

Om eenvoudiger inzicht te verkrijgen, wordt verondersteld, dat de afstand tussen de deflectie-platen groot is t.o.v. de diameter van de electronenstraal, dat de platen geometrisch en electricisch symmetrische toestanden hebben t.o.v. de binnenkomende straal en dat, bijv. d.m.v. omgebogen randen is bewerkt, dat aan het eind, waar de straal het deflectie-stel verlaat, geen storing door inhomogene velden behoeft op te treden.

Wanneer wijzerlengte  $L$  en scherm-diameter  $D$  nu vast staan, is de verhouding van de max. zijdelingse snelheid,  $V_2$  max., waarmee de straal het deflectie-stel moet kunnen verlaten, tot de (gemiddelde) snelheid  $V_3$  in de richting van het scherm bepaald.

Bij het toepassen van naversnelling neemt de snelheid  $V_3$  toe, zodat, bij behoud van de schermdiameter,  $V_2$  max. groter moet zijn.

Naversnelling veroorzaakt intussen, ook bij voldoende ruim gedimensioneerd deflectie-stel, een verkleining van de bruikbare schermdiameter. Het deflectie-stel moet nu zo zijn, dat  $V_2$  max. overeenkomt met de eis, die bij alle practische naversnelling voor uitsturing over het bruikbare deel van het scherm wordt gesteld.

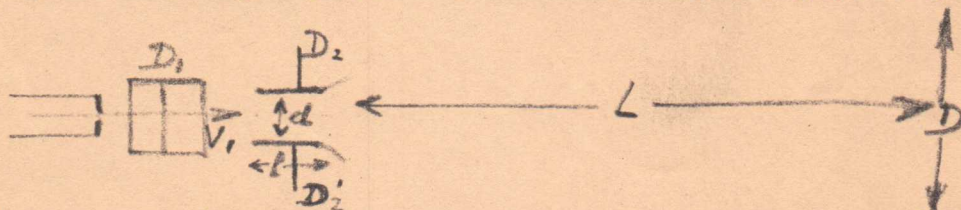
De electronenstraal moet in het deflectie-stel deze  $V_2$  max. kunnen krijgen zonder veel defocussing en in ieder geval ook zonder door een plaat te worden onderschept.

Wanneer, zoals reeds verondersteld, de deflectie-platen dusdanig zijn gevormd, dat de straal bij het verlaten van het deflectie-stel zo min mogelijk extra, storende invloed ondervindt van de randen v.d. platen, dan blijft er, ten gevolge van de zijdelingse afwijking die de straal reeds binnen het deflectie-stel krijgt, steeds enige defocussing, door de asymmetrie en cylinderlenswerking, die de straal, vooral bij max. deflectie, aan het eind van het deflectie-stel ondervindt.

Nadere beschouwing leert, dat, bij niet te lange deflectie-platen de defocussing tot deflecties, waarbij de straal bijna tegen de platen komt, dragelijk is. Voor beste kwaliteit moet men wat minder ver gaan.

Nu wordt, bij de beschouwing van het deflectie-stel even verondersteld, dat de straal bruikbaar kan worden afgebogen tot aan afschaduwing.

De verhouding van  $V_2$  max. tot  $V_1$ , de snelheid in de richting van het scherm, waarmee de electronen het deflectie-stel binnentreden, staat vast, wanneer  $L$ ,  $D$  en de mogelijkheid van naversnelling als gegeven gelden.



$V_2$  (max.) is het resultaat van de zijdelingse, constante versnelling, die de deflectie-platen kunnen geven gedurende de tijd ( $t$ ) die de electronen nodig hebben om het deflectie-stel te passeren.

Dus is  $V_2$  (max.) evenredig met  $t$ , dus met  $\frac{1}{V_1}$  en met  $l$ .

Voorts is  $V_2$  ~~evenredig~~ evenredig met  $\frac{1}{d}$ .

Bij gegeven  $d$  mag  $l$  een bepaalde max. grootte hebben, waarbij nog geen afschaduwing bij max. deflectie optreedt.

Wordt nu  $d$  kleiner, bijv. twee maal zo klein, dan mag  $l$ , voor dezelfde max. deflectie, groter blijven dan de helft van de eerste grootte, immers de zijdelingse verplaatsing v.d. electronen in het deflectie-stel is het resultaat van een eenparig versnelde beweging, waarvan nu de eindsnelheid weer dezelfde moet blijven.



Voor grote deflectie-gevoeligheid bij gegeven max. uitsturing op het scherm zijn dus korte deflectie-platen, die dicht bij elkaar staan, voordelig.

Al spoedig blijkt bij kleine  $d$  en  $l$ , dat de "doorsnede van de electronenbundel" de mogelijke excentriciteit en onjuiste richting belangrijk gaan worden (deflectie-stromen) en dat het fabriceren van oscillograafbuizen een precisie-werk is.

Alle fabricage heeft grenzen, die dikwijls veel ongunstiger liggen dan die voor laboratorium- en instrumentenmakers-werk. Verschillende concurrenten blijken echter soms belangrijk uiteenlopende resultaten te kunnen bereiken.

Het toepassen van naversnelling is voordelig, wanneer enige verkleining van het oppervlak van het scherm, waar de afbeelding nog scherp en zonder vertekening is, wordt toegelaten.

Om een bepaalde vereiste helderheid op het scherm te krijgen is, bij gegeven  $V_3$  een straalstroom ( $i_3$ ) nodig. Deze stroom is een deel van de kathodestroom ( $i$ ), waarvan een groot deel ( $i_1$ ) onbenut naar de zuiganode gaat, wat niet zo belangrijk hoeft te zijn, terwijl van het overige weer een groot deel ( $i_2$ ) op de laatste anode vóór de deflectie ( $a_2$ ) terecht komt. Nu wordt bij de stroomdichtheden die in de oscillograafbuis ontstaan, de onderlinge afstoting van de electronen spoedig hinderlijk merkbaar door breder worden van de spot. In het electronenkanon gaat het om het bundelen van betrekkelijk sterke electronenstromen met een, ten laatste, grote stroomdichtheid. Van het aldus opgebrachte kan maar een klein deel (kleine opening in  $a_2$ !) worden benut, terwijl reeds een betrekkelijk hoge spanning nodig is om tot een bundel van goede dichtheid te komen.

Wanneer geen naversnelling wordt gegeven, moet, om de bundel op zijn weg van kanon naar scherm niet te breed te laten worden, gezorgd worden voor voldoende  $V_3$  (korte looptijd) en dus hoge spanning op  $a_2$  ( $E_{a_2}$ ).

Dan wordt voor het behoud van de bundel meestal meer geëist (hogere  $E_{a_2}$ ) dan voor het verkrijgen van de bundel in het electronenkanon.

Wordt wel naversnelling gegeven, dan kan  $E_{a_2}$  lager zijn om hetzelfde resultaat van intensiteit en scherpte te bereiken, maar het electronenkanon en het behoud van de bundel, totdat voldoende naversnelling merkbaar wordt, blijft een minimum  $E_{a_2}$  eisen.

Met enige benadering geldt, dat voor het bereiken van bepaalde intensiteit en scherpte bij gegeven buis allereerst  $V_3$  kan worden vastgesteld, terwijl dan deze  $V_3$  kan worden verkregen door keuze van  $E_{a_2}$  zonder naversnelling of van de laatste naversnellingsspanning ( $E_{a_3}$ ).

De bereikbare resultaten nemen snel toe met  $E_{a_3}$ , omdat de toelaatbare straalstroom bij vaststaande scherpte toeneemt en tegelijkertijd de lichthoeveelheid toeneemt door de grotere  $V_3$  (deze laatste toename is aanvankelijk meer dan evenredig met  $E_{a_3}$ , afhankelijk van de aard v.d. phosphoren).

Om nu bij gegeven  $E_{a_3}$  op het midden van het scherm nog de gewenste spot te kunnen krijgen, is een bepaalde minimum  $E_{a_2}$  nodig.

Deze,  $E_{a_2}$  min., ligt belangrijk lager dan die, welke nodig is om zonder veel kwaliteitsverlies de gewenste bruikbare schermdiameter te halen.

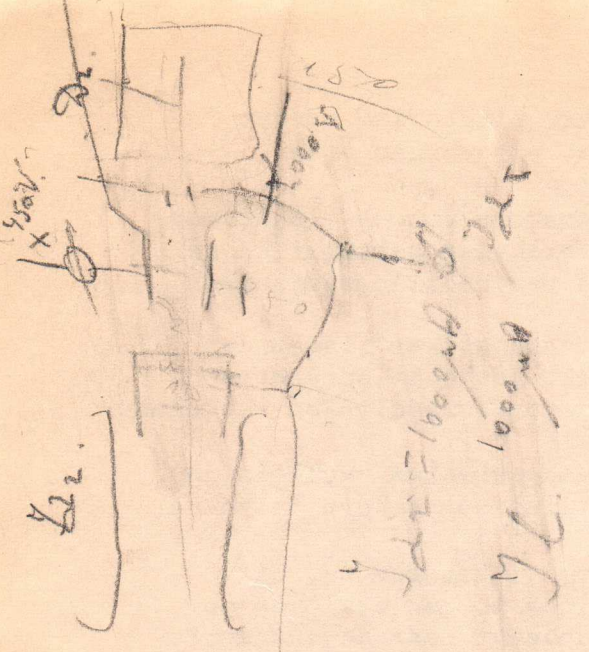
Nu is een lage  $E_{a_2}$  gunstig voor grote deflectie-gevoeligheid.

Wanneer  $E_{a_3} = E_{a_2}$ , is de deflectie-gevoeligheid omgekeerd evenredig met  $E_{a_2}$ , immers de tijd gedurende welke, in de ruimte tussen de deflectie-platen, de zijdelingse versnelling werkzaam is, is evenredig met

$\frac{1}{V_1}$  of met  $\frac{1}{\sqrt{E_{a_2}}}$  en de looptijd, nadat  $V_2$  is verkregen, is evenredig

met  $\frac{1}{\sqrt{E_{a_2}}}$ .





$\Delta u + \Delta e =$

$\Delta d_{ro}$

$\frac{\Delta d_{ro}}{\Delta d_{ro}}$

36



Wordt nu naversnelling gegeven, dan blijft  $V_2$  onveranderd, terwijl de looptijd wordt verkort.

De electronen ondervinden na het passeren van de deflectie-ruimte een versnelling, die eerst geleidelijk toeneemt, constant wordt en tenslotte, wanneer de snelheid  $V_3$  is bereikt, weer tot nul is afgenomen. Na deze versnelling doorlopen de electronen dus nog een deel van het traject met de eindsnelheid.

In de practijk heeft nu een naversnelling met  $Ea_3 = 2 \times Ea_2$  een gevoeligheidsvermindering van slechts ca. 20% tot gevolg.

Wordt de verhouding  $\frac{Ea_3}{Ea_2} > 2$ , dan ontstaat aantoonbare en spoedig

ook duidelijk zichtbare vertekening bij grote deflectie. Wanneer de electronenstraal niet dicht bij de naversnellingselectrode (aquadag op de buiswand) komt, kan een belangrijk grotere waarde van

$\frac{Ea_3}{Ea_2}$  worden toegelaten. De prestaties van het deflectie-stel zullen in

het algemeen, zoals boven reeds vermeld, toereikend zijn voor het, bij naversnelling nog zonder fouten, die door de naversnelling zelf worden veroorzaakt, bruikbare deel van het scherm.

Bij meervoudige naversnelling moet het deflectie-stel wat ruimer berekend zijn, omdat hier relatief weinig verkleining van het bruikbare schermoppervlak wordt veroorzaakt bij gebruik van de zeer hoge versnellingsspanningen, die uiteindelijk kunnen worden toegelaten en die een geringe, maar toch nog juist merkbaar meer deflectiespanning vragende gevoeligheidsvermindering veroorzaken.

Wanneer asymmetrische deflectie wordt gegeven, wordt deflectie-defocussing reeds verder van de rand v.h. scherm merkbaar.

Gewoonlijk werd vroeger asymmetrische deflectie toegepast voor het platenstel, dat het dichtst bij het scherm is, het  $D_2$ -stel.

De nieuwe Philips-buizen houden met symmetrische deflectie op het  $D_2$ -stel en gebruik van normale naversnelling beslist niets over wat betreft uitstuurbaarheid.

Integendeel, zelfs wanneer de beoordeling van de uitstuurbaarheid zeer ruim wordt gehouden, blijft nog de uitstuurbaarheid beslist aanmerkelijk kleiner dan de scherm-diameter. Excentriciteit van de spot zonder deflectie kan in dit geval bovendien hinderlijk merkbare vermindering van uitstuurbaarheid geven. Of de keuze van grote deflectie-gevoeligheid met verminderde uitstuurbaarheid bij normale naversnelling juist is, moeten commerciële deskundigen beoordelen. In de Philips oscillografen kunnen deze buizen zo worden gebruikt, dat er geen hinderlijk tekort blijkt (dit blijkt in de normale oscillografen die nu worden geleverd nog wel, zodra men naversnelling geeft), maar wanneer de buizen worden verkocht aan andere gebruikers, die niet onze (toekomstige) methode (electrisch masker) aanhouden om geen fout te laten blijken, is er een mogelijkheid van minder gewaardeerd worden.

Is de waardering van het compromis: deflectie-gevoeligheid - uitstuurbaarheid (een compromis waarvan overigens de mogelijke keuzen, evenals die betreffende andere belangrijke eigenschappen door betrouwbare fabricage gunstiger kunnen vallen), is deze waardering door de klant een kwestie van smaak, de keuze van het compromis een commerciële aangelegenheid, toch moet de beoordeling van dit compromis in getallen worden vastgelegd, waarbij dus voor normale naversnelling ( $Ea_3 = 2 \times Ea_2$ , of, zoals Dumont als max. geeft:  $Ea_3 = 2,3 \times Ea_2$ ) de randdefocussing als spot-verbreding afhankelijk van de deflectie wordt gegeven. Dit betekent niet, dat dergelijke getallen ook moeten worden gepubliceerd !



Om op de asymmetrische deflectie terug te komen: met asymmetrische deflectie en naversnelling wordt de max. bruikbare deflectie in de  $D_2$ -richting nog kleiner.

Bij de bestaande oscillografen voor asymmetrische buizen met naversnelling (GM 3156/01 met DG10-5) moet er, wanneer naversnelling wordt toegepast, maar genoeg mee worden genomen, dat de horizontale uitstuurbaarheid nog geringer is dan bij GM 5653 (DG10-6) met naversnelling. Overigens brengt asymmetrische deflectie toch steeds enige kwaliteitsvermindering met zich.

Een buis die voor asymmetrische deflectie is bedoeld, geeft geen trapeziumvormige vertekening, die bij de tegenwoordige buizen toch al gering is, vooral bij die met grote wijzerlengte, waarvoor minder grote deflectiespanningen nodig zijn, waar een scherm op constante potentiaal doordringen van het veld van het ene deflectiestel in de ruimte van het andere verhindert en waar dus geen grote verandering van  $V_1$  optreedt bij asymmetrische deflectie.

Asymmetrische sturing, alleen op het  $D_2$ -stel, kan, zonder veel fouten worden toegepast, maar steeds, ook bij de buis die voor asymmetrische sturing is gecorrigeerd, blijft enige onlineariteit in de betreffende ( $D_2$ ) deflectie onvermijdelijk.

Omdat de cylinderlens-werking van het  $D_2$ -stel gering is en (bij gelijkspanningskoppeling) een verschil tussen het gemiddelde spanningsniveau van het deflectiestel en het niveau van  $a_2$  kan voorkomen, wordt het  $D_2$ -stel bij voorkeur gebruikt in die gevallen waar een niveau-fout -al dan niet veroorzaakt door asymmetrische sturing- kan voorkomen en waar het  $D_1$ -stel astigmatisme kan geven.

Daar in de praktijk oscillografen met twee symmetrische deflecties, (verkregen d.m.v. balansversterkers) nogal eens zonder verticale versterker worden gebruikt met een asymmetrische spanning, is het gunstig, het  $D_2$ -stel voor verticale deflectie te gebruiken.

Voor gebruik met grote verhouding  $\frac{Ea_3}{Ea_2}$ , het voordelige gebruik, dat

hoge deflectie-gevoeligheid en goede spot-eigenschappen op het midden van het scherm combineert, is, vooral de 13 cm.-buis aan te raden, omdat daar een groot bruikbaar scherm overblijft.

Wanneer van de 10 cm.-buis het beeld slechts bruikbaar is tot 2,5 cm. van de schermrand, blijft er ca. 5 cm. beeld-diameter over, terwijl de 13-cm. buis onder gelijke omstandigheden ongeveer dezelfde absolute grootte van rand-on-scherpte en vertekening geeft en dus ca. 8 cm. overlaat.

Nogmaals zij er (intern!) op gewezen, dat bij de normale naversnelling van de 10 cm.-buis een te klein deel bruikbaar blijft, wat bij de 13-cm. buis veel gunstiger is.

Hier volgen nu enige gegevens over mogelijke wijzen van toepassen van verschillende buizen.

Allereerst moet echter worden opgemerkt, dat bij metingen aan verscheidene buizen bleek, dat sommige 10 cm.-buizen van opvallend betere kwaliteit waren. De conclusie, dat dus ook Philips de kwaliteit van de oscillograafbuizen kan opvoeren, wat wel gewenst is, bleek in zoverre voorbarig, dat deze bijzondere buizen niet uit de normale productie kwamen! Dit wetende, is erop gelet, alleen te werken met gemiddelde resultaten van buizen uit de normale productie. Als eerste werd gecontroleerd, of de DG10-6 inderdaad asymmetrische sturing op het  $D_2$ -stel toelaat. Bij metingen aan een aantal buizen bleek, dat de trapeziumvormige vertekening niet veel groter is dan de afwijkingen, die sommige buizen bij normale sturing reeds geven door niet haakse stand van de deflectie-stellen.



Astigmatisme werd door asymmetrische sturing niet noemenswaard vergroot. Voorts werd opgemerkt, dat bij de 10 cm.-buizen, symmetrisch of asymmetrisch gestuurd, meestal de tonvormige vertekening, die door hoge naversnelling wordt veroorzaakt, een groter deel van het scherm onbruikbaar maakt dan de defocussing doet. Het bruikbare deel van het scherm wordt hierdoor al spoedig zeer klein, zodat de 13 cm. buis als meer geschikt voor hoge naversnelling moet worden aanbevolen.

Geringe excentriciteit van de niet afgebogen spot blijkt bij naversnelling steeds belangrijk.

Een DG13-2 zal bij 1200/3000 V een oscillogram kunnen geven van minstens dezelfde grootte en kwaliteit als de DG10-6 bij 2000/2500 V, echter bij een deflectie-gevoeligheid van ~~30~~ 22 V/cm. op D<sub>2</sub> in plaats van de 44 V die de DG10-6 per cm. nodig heeft.

Voor hoogfrequent-oscillografen is een dergelijk gebruik van de DG13-2 zeer aan te bevelen, omdat daardoor het anders onbereikbare bereikbaar wordt. Een 10 cm. masker zou dan in het apparaat voor de buis moeten worden aangebracht om steeds een goed beeld te verzekeren.

(Dumont maakt zijn grote hoogfrequent oscillograaf ook met een masker voor de buis).

Ook kan de DG13-2 worden aanbevolen met volledige uitsturing van het scherm bij 1500/2000 V (waarvoor geen extra naversnelling nodig is), met de mogelijkheid, hogere naversnelling te geven (tot 15 kV extra) bij kleiner wordend beeld, dat, bij onveranderde deflectiespanning, dan in zijn geheel bruikbaar blijft. Voor gevallen waar grotere deflecties kunnen voorkomen, is een masker dan gewenst, eventueel het "electrische masker". De oscillograaf behoeft geen grotere deflectiespanningen te kunnen opbrengen dan die, welke nodig zijn bij 1500/2000 V.

Meer deflectiespanning wordt toch niet verwerkt zonder kwaliteitsverlies.

(Hier dient vooral in aanmerking te worden genomen, dat naversnellingsbeelden met onscherpe randen voor fotografie volkomen als inferieur worden beschouwd).

Een andere buis, welke veel mogelijkheden biedt bij hoge naversnellingsspanningen, is de 6-cm. buis met tweevoudige naversnelling.

Deze werd beproefd met 1600/3200/6400 V, waarbij nagenoeg het gehele scherm bruikbaar was. Een onmiddellijk beschikbare Schmidt-optiek, die bestemd is voor 8x lin. vergroten van het beeld v.d. 6 cm.-buis, gaf goede resultaten op een speciaal scherm, maar de lichtsterkte was niet voldoende om bij enig storend licht goede zichtbaarheid te verzekeren. (de albedo van het projectiescherm was reeds laag).

De bestaande Schmidt-optiek minder, bijv. 4x, te laten vergroten, eist een andere correctie-lens, terwijl bovendien de lichtopbrengst minder toeneemt door de ongunstiger opstelling v.d. buis t.o.v. de holle spiegel.

Omdat de meeste oscillografen toch meer deflectie-spanning kunnen geven dan deze buis met genoemde versnellingsspanningen nodig heeft, kunnen de versnellingsspanningen nog worden verhoogd tot de grens, die de spanningsbestendigheid van de buis toelaat.

In de projectie-oscillograaf GM 4590, waar de hoogspanningsunit van het naversnellingsapparaat, GM 4188 is gebruikt, wordt de spanning tussen de laatste naversnellingselectrode en a<sub>2</sub> 5000V genomen. Het schijnt, dat de buizen hier 8000V veilig houden.

Bij verhoogde naversnellingsspanningen moet er echter wel op worden gerekend, dat Va<sub>2</sub> ook moet worden verhoogd, of er moet genoeg worden genomen met een kleiner bruikbaar scherm.

Door de tweevoudige naversnelling valt die verkleining nogal mee bij goede verdeling van de spanningen.

Het resultaat van de spanningsverhoging (twee units van GM 4188 gaven 8000V) was zeer bevredigend.

In de verwachting, dat in de toekomst de kwaliteitscompromissen voor oscillograaf-buizen nog hoger zullen komen te liggen en dat meerstraalbuizen en 13 cm. buizen met meervoudige naversnelling en rechtstreeks doorgevoerde deflectie-platen zullen verschijnen, is de conclusie, dat er met oscillograafbuizen veel te bereiken is.

*Einshoven, 6-V '52*

*H. J. J. J. J.  
PIT*